

**Fragen der ESchT an Prof. Dr. Löw und Dr. Rahn
ETH Zürich; 19.02.2008****Welches sind wesentliche sicherheitstechnische Eigenschaften des Opalinustons gemäß Entsorgungsnachweis?**

Prof. Dr. Löw (ETH Zürich):

Als wesentliche sicherheitstechnischen Eigenschaften des Opalinuston wurden identifiziert:

- Räumliche Ausdehnung (inkl. Rahmengesteine)
- Hydraulische Barriereigenschaften
- Geochemische Verhältnisse (u.a. Sorption)
- Selbstabdichtung
- Lagerbedingte Einflüsse
- Bautechnische Machbarkeit

Dr. Rahn (HSK):

Opalinuston ist ein marines sehr feinkörniges Sediment, das in einem flachen Binnenmeer vor 180 Mio. Jahren abgelagert wurde. Wegen der großflächigen Verbreitung und der homogenen tonreichen Beschaffenheit ist der Opalinuston gut explorier- und charakterisierbar. Der hohe Tongehalt und die feinen Korngrößen haben sehr geringe hydraulische Durchlässigkeiten zur Folge, so dass der Stofftransport im Tonstein praktisch nur durch Diffusion erfolgt (Advektion vernachlässigbar klein). Dank dem hohen Tonmineralgehalt (40 -70%) und der extremen Feinkörnigkeit weist der Opalinuston sehr große Sorptionsoberflächen für die Retardierung von Radionukliden auf. Eine wichtige weitere Eigenschaft des Opalinustons ist das Selbstabdichtungsvermögen von Klüften und Rissen, das sich durch die Gleitfähigkeit der plättchenförmigen Tonteilchen und dem Quellverhalten der Tonminerale begründen lässt. Die relativ geringe thermische Leitfähigkeit des Opalinustons (verglichen z.B. mit Salz) führt dazu, dass der Opalinuston bei wärmeproduzierenden Abfällen nahe der Einlagerungsstollen deutlich erwärmt wird. Die vom Opalinuston dabei erfahrene Erwärmung sollte die in der geologischen Vergangenheit erfahrenen Temperaturen nicht übersteigen (diese Bedingung war für den Entsorgungsnachweis im Zürcher Weinland erfüllt).

Welche sicherheitstechnischen Eigenschaften wurden durch die Untersuchungen der ETH Zürich überprüft?

Prof. Dr. Löw (ETH Zürich):

Als sicherheitstechnischen Eigenschaften wurden durch die ETH Zürich überprüft:

- Lagerbedingte Einflüsse
- Bautechnische Machbarkeit

Dr. Rahn (HSK):

Untersucht wurde das felsmechanische Verhalten des Opalinustons beim Bau eines Teststollens, die zeitliche Entwicklung und Ausdehnung der Auflockerungszone um den



Stollen herum und der Einfluss von Heterogenitäten, tektonischer Strukturen und der Gesteinsanisotropie (Schichtung) auf die Ausbildung der EDZ.

Stellen die wissenschaftlichen Erkenntnisse die im bereits erteilten Entsorgungsnachweis getätigten Aussagen in Frage?

Prof. Dr. Löw (ETH Zürich):

- Die Annahmen über Ausdehnung und Eigenschaften der EDZ wurde bestätigt.
- Die Bautechnische Machbarkeit wird nicht in Frage gestellt.
- Die Gekoppelte Prozesse im Nahfeld wurden schon in Stellungnahmen der KNE und HSK als offene Fragen deklariert.

Dr. Rahn (HSK):

Nein. Sowohl die Nagra wie die HSK haben bei ihren sicherheitstechnischen Berechnungen die Existenz einer Auflockerungszone stets berücksichtigt und sind von konservativen Annahmen ausgegangen (größere Ausdehnung der EDZ als nun beobachtet). Der Einfluss tektonischer Scherflächen auf die Ausbildung der EDZ hat im Zürcher Weinland einen vermutlich geringeren Stellenwert, da die Lagerungsverhältnisse der Schichten dort flach und durch spätere tektonische Vorgänge weniger gestört sind (die Scherflächen im Mont Terri sind als Ergebnis der Juraufaltung anzusehen).

Haben sich durch die Untersuchungen neue Aspekte ergeben, die im Entsorgungsnachweis zu berücksichtigen wären?

Prof. Dr. Löw (ETH Zürich):

Neue Aspekte zur Berücksichtigung im Entsorgungsnachweis sind:

- das Gebirgsverhalten [des] Opalinuston[s] um Endlager
- die Auswirkungen von Trennflächen auf hydromechanische und thermomechanisch gekoppelte Nahfeldprozesse

Dr. Rahn (HSK):

Für das Verständnis der EDZ-Bildung ja. Die Untersuchungen haben den Einfluss bestehender tektonischer Scherflächen auf die Bildung der Auflockerungszone aufgezeigt (Scherflächen reagieren als Schwächezonen). Die neuen Erkenntnisse und Modelliererergebnisse erlauben eine bessere und genauere Abschätzung der Ausbildung der EDZ um die Untertagebauwerke. Die Ergebnisse zeigen ferner, dass die Annahmen, die die HSK bei der Überprüfung und Berechnung der möglichen Freisetzungspfade entlang der EDZ getroffen hat, konservativ waren (die effektive EDZ hat eine kleinere Ausdehnung).

Ergibt sich aus den Forschungsergebnissen weiterer Forschungsbedarf?

Prof. Dr. Löw (ETH Zürich):



Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich in folgenden Punkten:

- Vorkommen, Art und mechanische Eigenschaften der tektonischen Trennflächen
- Felsmechanische Eigenschaften und Verhalten des Gebirges
- Mechanisch gekoppelte Prozesse im Nahfeld
- Weitere Fragen, unabhängig von EZ-B Experiment.

Dr. Rahn (HSK):

Die felsmechanischen Kennwerte tektonischer Scherflächen sind noch wenig gesichert und müssen durch gezielte weitere Beprobungen und Labormessungen noch besser untermauert werden.

Haben die Untersuchungen die Notwendigkeit unabhängiger geotechnischer Forschung bestätigt?

Prof. Dr. Löw (ETH Zürich):

Unabhängige geotechnische Forschung ist

- zentral für Peer-Review
- und bedarf der Einbeziehung weiterer Forschungsgruppen.

Dr. Rahn (HSK):

Für die HSK ist der Bedarf an unabhängiger Forschung durch die Notwendigkeit gegeben, den aktuellen Stand von Wissenschaft & Technik zu erfassen und zu erweitern und für die Aufgaben als Prüfbehörde verfügbar zu machen. Dies gilt nicht nur für geotechnische Forschung. Die HSK macht eigene unabhängige Sicherheitsberechnungen und verwendet andere Rechencodes als der Antragsteller. Die Untersuchungen im Felslabor Mont Terri ermöglichen der HSK, die von ihr eingesetzten Modelle und Rechenwerkzeuge an konkreten Datensätzen des Felslabors zu prüfen und zu validieren. Das Mont Terri Projekt mit 13 Partnern aus sechs Ländern stellt eine wichtige internationale Plattform der Tongestein-Forschung dar, was die Beteiligung der HSK weiter begründet und zwingend macht.